

الاختبار	اختبار في مادة أو مواد التخصص	مدة الاجاز : أربع ساعات
التخصص	الفيزياء والكيمياء	المعامل 10

[www.educaprof.com](http://www.educaprof.com)

**Consignes et instructions importantes**

1. L'épreuve comporte 60 questions de la question Q1 à la question Q60
2. Chaque question comporte 4 choix de réponses (A, B, C, D) dont une seule réponse est juste ;
3. Chaque candidat(e) n'a le droit d'utiliser qu'une seule feuille réponse. Il est impossible de remplacer la feuille réponse initiale du candidat(e) par une autre ;
4. Avec un stylo à bille (bleu ou noir) cochez sur la feuille réponse à l'intérieur de la case correspondante à chaque réponse juste de la manière suivante : ☒ ou remplissez cette case de la manière suivante : ☒ ;
5. La rature ou l'utilisation du Blanco sur la feuille réponse sont strictement INTERDITES ;
6. L'usage de la calculatrice scientifique non programmable est autorisé ;
7. la possession des téléphones mobiles, de tout appareil électronique intelligent et des documents papiers est strictement INTERDITE dans la salle de passation ;
8. Toute réponse ne respectant pas les règles citées ci-dessus sera rejetée ;
9. Les questions seront notées selon une pondération allant d'un (1) point à trois (3) points ;
10. Chaque réponse incorrecte sera notée par zéro (0).



## Atomistique, liaisons chimiques et cristallographie (8 points)

## Partie I : Atomistique et liaison chimique

Les nombres quantiques de l'électron célibataire d'un atome ont pour valeur :

Q1:  $n = 4$  ;  $\ell = 2$  ;  $m_\ell = +2$  ;  $m_s = +\frac{1}{2}$ .

Le numéro atomique de cet élément chimique est :

A  $Z = 11$

B  $Z = 21$

C  $Z = 39$

D  $Z = 45$

[www.educaprof.com](http://www.educaprof.com)

Q2: Parmi ces affirmations, laquelle est correcte ?

A Les halogènes sont des réducteurs

B Les alcalins forment facilement des oxydes

C Les alcalino-terreux captent facilement des électrons au cours des réactions chimiques

D Les métaux de transition ont tous la même structure électronique de valence

Q3: Pour la même molécule, laquelle des affirmations suivantes est correcte ?

	Molécule	Nature de la liaison	Géométrie	Polarité
A	$CH_2Cl_2$	4 liaisons covalentes non polaires	$AX_3E$	Polaire
B	$H_3PO_4$	6 liaisons covalentes non polaires	$AX_4$	Apolaire
C	$HClO_3$	4 liaisons covalentes polaires	$AX_3E$	Polaire
D	$NaHCO_3$	4 liaisons covalentes non polaires 1 liaison ionique	$AX_3$	Polaire

## Partie II : Sites cristallographiques et formule chimique

L'or et le cuivre cristallisent tous deux dans le système cubique à faces centrées compact. Le rayon métallique du cuivre est noté  $R_{(Cu)}$ .

Q4: Le paramètre cristallin  $a_{(Cu)}$  du cuivre a pour expression :

A  $a_{(Cu)} = \frac{R_{(Cu)}}{\sqrt{2}}$

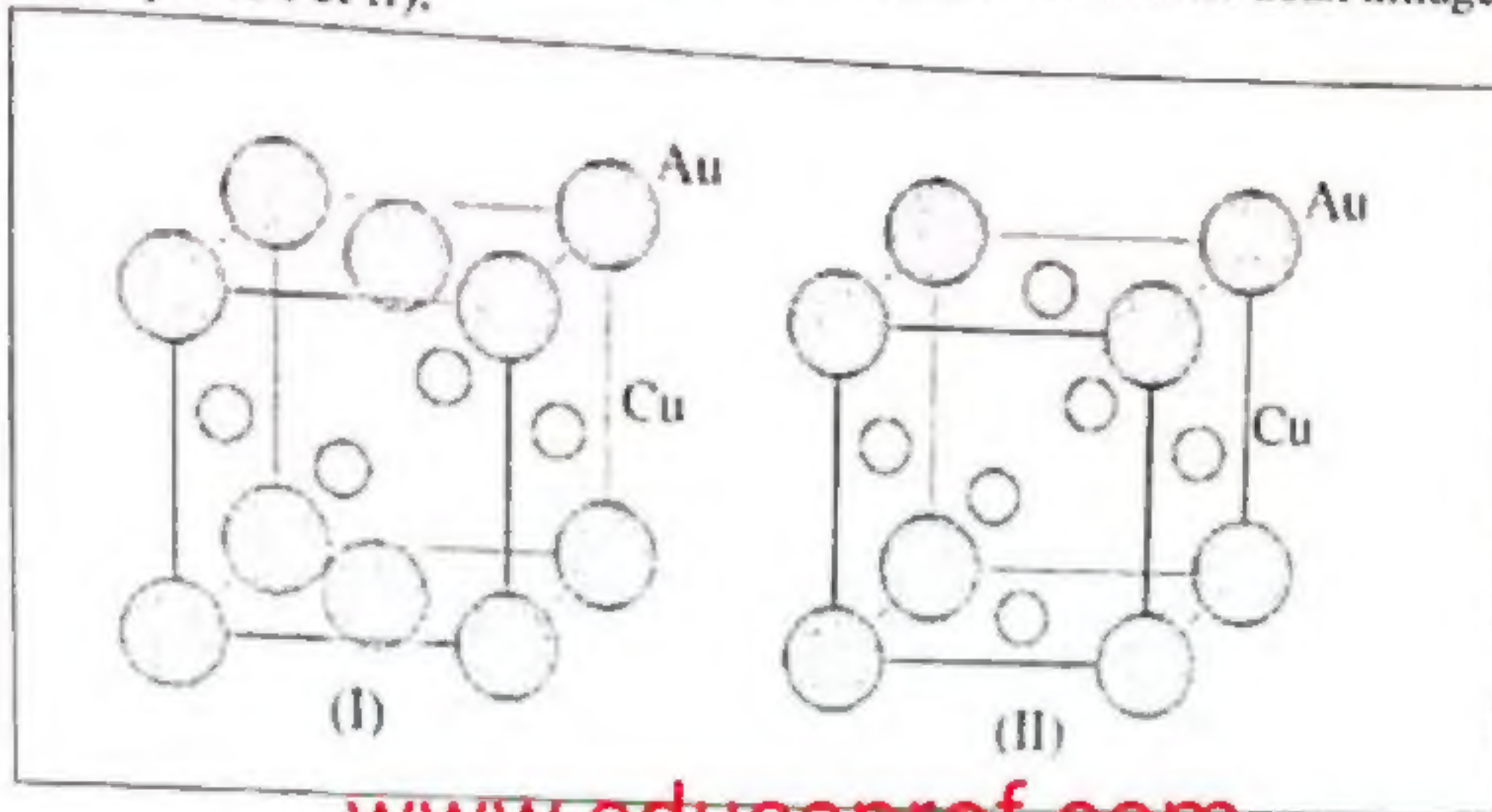
B  $a_{(Cu)} = \frac{2.R_{(Cu)}}{\sqrt{2}}$

C  $a_{(Cu)} = \frac{4.R_{(Cu)}}{\sqrt{2}}$

D  $a_{(Cu)} = \frac{\sqrt{2}}{4.R_{(Cu)}}$



À température ambiante, l'or et le cuivre sont susceptibles de donner deux alliages ordonnés représentés ci-dessous (composés I et II).

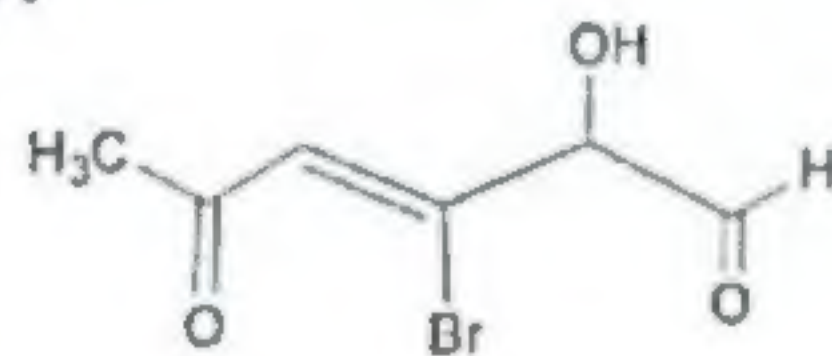


www.educaprof.com

Q5	Les formules de ces deux composés sont :	
	Composé (I)	Composé (II)
A	$AuCu$	$AuCu_2$
B	$AuCu$	$AuCu_3$
C	$Au_2Cu$	$AuCu_3$
D	$AuCu_3$	$Au_3Cu$

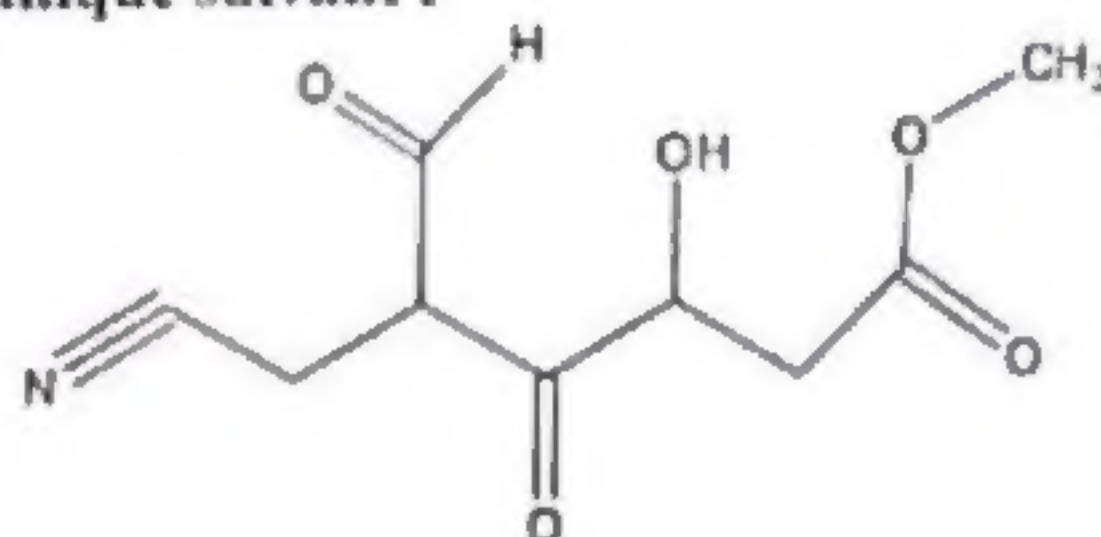
#### Chimie organique et méthodes physicochimiques (6 points)

On considère la molécule suivante :



Q6	Le nom correct de cette molécule selon la nomenclature UICPA est :
A	3-bromo-2-hydroxy hex-3-èn-1,5-dione
B	4-bromo-5-hydroxy-6-oxo hex-3-èn-2-one
C	3-bromo-2-hydroxy-5-oxo hex-3-énal
D	4-bromo-2,6-dioxo hex-3-èn-5-ol

On considère le composé organique suivant :



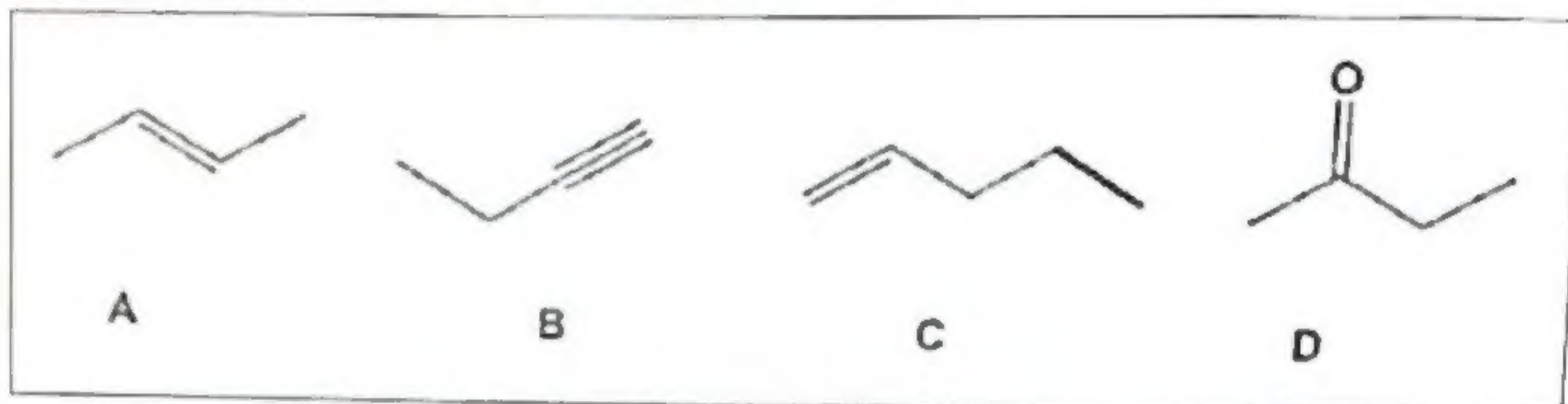


**Q7** La proposition correcte pour ce composé est :

- A Le groupe prioritaire est la fonction cétone  
 B Le groupe prioritaire est la fonction alcool  
 C Le groupe prioritaire est la fonction aldéhyde  
 D Le groupe prioritaire est la fonction ester

[www.educaprof.com](http://www.educaprof.com)

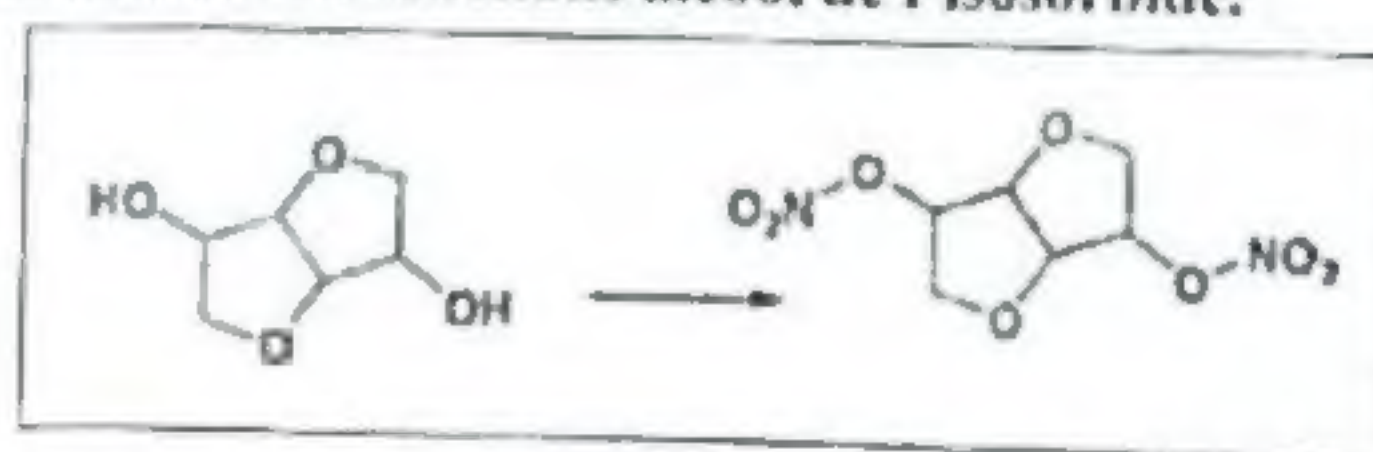
On considère les composés organiques A, B, C et D suivants :



**Q8** Parmi les propositions suivantes concernant la déshydratation du butan-2-ol, la proposition correcte est :

- A Le composé A peut se former lors de la déshydratation du butan-2-ol  
 B Le composé B peut se former lors de la déshydratation du butan-2-ol  
 C Le composé C peut se former lors de la déshydratation du butan-2-ol  
 D Le composé D peut se former lors de la déshydratation du butan-2-ol

On considère la transformation des fonctions alcool de l'isosorbide.



**Q9** La proposition correcte est :

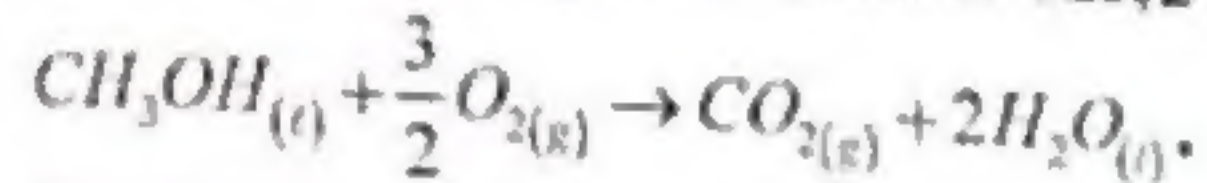
- A  $HNO_3$  est nécessaire pour réaliser cette transformation  
 B  $HNO_2$  est nécessaire pour réaliser cette transformation  
 C  $NO_2$  est nécessaire pour réaliser cette transformation  
 D Cette transformation est une nitrosation



### Thermodynamique chimique et équilibres chimiques (4 points)

#### Partie I : Enthalpie de réaction

La combustion totale d'une mole de méthanol  $CH_3OH_{(l)}$  liquide dans les conditions standards de pression et de température, libère  $725,2 \text{ kJ}$  selon la réaction suivante :



[www.educaprof.com](http://www.educaprof.com)

#### Données :

- Enthalpies molaires standards de formations de  $H_2O_{(l)}$  et de  $CO_{2(g)}$  :  
 $\Delta h_{f,298K}^0 (H_2O_{(l)}) = -285,2 \text{ kJ.mol}^{-1}$  ;  $\Delta h_{f,298K}^0 (CO_{2(g)}) = -393,5 \text{ kJ.mol}^{-1}$
- Chaleurs molaires à pression constante :  
 $C_p (H_2O_{(l)}) = 75,2 \text{ J.mol}^{-1}.K^{-1}$  ;  $C_p (CH_3OH_{(l)}) = 81,6 \text{ J.mol}^{-1}.K^{-1}$   
 $C_p (O_{2(g)}) = 34,7 \text{ J.mol}^{-1}.K^{-1}$  ;  $C_p (CO_{2(g)}) = 36,4 \text{ J.mol}^{-1}.K^{-1}$

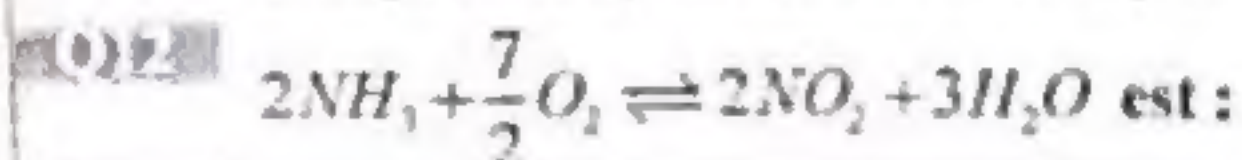
Q10	La valeur de l'enthalpie molaire standard de formation du méthanol liquide vaut :
A	$\Delta h_{f,298K}^0 (CH_3OH_{(l)}) = -46,5 \text{ kJ.mol}^{-1}$
B	$\Delta h_{f,298K}^0 (CH_3OH_{(l)}) = -154,8 \text{ kJ.mol}^{-1}$
C	$\Delta h_{f,298K}^0 (CH_3OH_{(l)}) = -238,7 \text{ kJ.mol}^{-1}$
D	$\Delta h_{f,298K}^0 (CH_3OH_{(l)}) = -691,7 \text{ kJ.mol}^{-1}$

Q11	La valeur de l'enthalpie de cette réaction à $60^\circ\text{C}$ vaut :
A	$\Delta H_{r,333K}^0 = -645,50 \text{ kJ}$
B	$\Delta H_{r,333K}^0 = -700,34 \text{ kJ}$
C	$\Delta H_{r,333K}^0 = -723,34 \text{ kJ}$
D	$\Delta H_{r,333K}^0 = -467,77 \text{ kJ}$

#### Partie II : Constante d'équilibre

Les équilibres suivants :  $NH_3 + \frac{5}{4} O_2 \rightleftharpoons NO + \frac{3}{2} H_2O$  (1) et  $NO_2 \rightleftharpoons NO + \frac{1}{2} O_2$  (2)  
ont respectivement pour constantes d'équilibre  $K_1$  et  $K_2$ .

L'expression, en fonction de  $K_1$  et  $K_2$ , de la constante d'équilibre  $K_3$  pour l'équilibre :



A	$K_3 = K_1 \cdot K_2$
B	$K_3 = \left( \frac{K_1}{K_2} \right)^2$
C	$K_3 = \left( \frac{K_2}{K_1} \right)^2$
D	$K_3 = \frac{1}{K_1 \cdot K_2}$



**Cinétique chimique et catalyse (4 points)**

On considère la réaction d'oxydoréduction d'équation :  $2Fe_{(aq)}^{3+} + Sn_{(aq)}^{2+} \rightarrow Sn_{(aq)}^{4+} + 2Fe_{(aq)}^{2+}$

La loi de vitesse de cette réaction est de la forme :  $v = + \frac{d[Sn^{4+}]}{dt} = k \cdot [Fe^{3+}]^{\alpha} \cdot [Sn^{2+}]^{\beta}$

On opère avec un large excès de  $Fe^{3+}$ . On constate alors que le temps de demi-réaction concernant la disparition des ions  $Sn^{2+}$  est indépendant de leur concentration initiale.

**Q13** La valeur de  $\beta$  vaut :

A  $\beta = 1$

B  $\beta = 2$

C  $\beta = 3$

D  $\beta = 4$

On réalise des mélanges stœchiométriques de différentes concentrations  $C_0$  en ions  $Fe^{3+}$ . On constate que le temps de demi-réaction dépend de  $C_0$ .

**Q14** La relation liant  $t_{1/2}$ ,  $C_0$  et  $\alpha$  est :

A  $t_{1/2} = \frac{2^{\alpha} - 1}{k \cdot \alpha \cdot (C_0)^{\alpha}}$

B  $t_{1/2} = \frac{2^{\alpha}}{k \cdot \alpha \cdot (C_0)^{\alpha}}$

C  $t_{1/2} = \frac{2^{\alpha} k \cdot \alpha \cdot (C_0)^{\alpha}}{2^{\alpha} - 1}$

D  $t_{1/2} = \frac{2^{\alpha} - 1}{2^{\alpha} k \cdot \alpha \cdot (C_0)^{\alpha}}$

[www.educaprof.com](http://www.educaprof.com)

**Q15** Le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  est divisé par quatre (4) lorsque  $C_0$  est multiplié par deux (2). La valeur de  $\alpha$  vaut :

A  $\alpha = 4$

B  $\alpha = 3$

C  $\alpha = 2$

D  $\alpha = 1$



**Chimie des solutions aqueuses et électrochimie (18 points)****Partie I : Mélange d'acides et de bases - réaction prépondérante**

Dans un litre d'eau à 298 K, on introduit  $n_1 = 0,15 \text{ mol}$  de chlorure d'hydrogène  $HCl$ ,  $n_2 = 0,10 \text{ mol}$  d'hydrogénosulfure de sodium  $NaHS$  et  $n_3 = 0,15 \text{ mol}$  d'acétate de sodium  $NaCH_3CO_2$ .

Données à 25°C :  $pK_{A1} = pK_A(H_2S_{(aq)} / HS_{(aq)}^-) = 7,0$  ;  $pK_{A2} = pK_A(HS_{(aq)}^- / S_{(aq)}^{2-}) = 13,0$   
 $pK_{A3} = pK_A(CH_3CO_2H_{(aq)} / CH_3CO_2^-(aq)) = 4,8$

Q16	La composition du système à l'équilibre chimique est :		
A	$[CH_3CO_2H] = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$	$[CH_3CO_2^-] = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$	$[H_2S] = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$
B	$[H_3O^+] = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$	$[CH_3CO_2^-] = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$	$[H_2S] = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$
C	$[CH_3CO_2H] = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$	$[CH_3CO_2^-] = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$	$[HS^-] = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$
D	$[CH_3CO_2H] = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$	$[CH_3CO_2^-] = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$	$[H_3O^+] = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$

**Partie II : Solubilité de l'acide benzoïque**

La réaction de dissolution de l'acide benzoïque dans l'eau s'écrit :  $C_6H_5CO_2H_{(s)} \rightleftharpoons C_6H_5CO_2H_{(aq)}$ .

Sa constante d'équilibre thermodynamique est notée  $K_s = 10^{-1,5}$  à 298 K.

Données :  $pK_A(C_6H_5CO_2H_{(aq)} / C_6H_5CO_2^-(aq)) = 5$  ;  $pK_s = 14$

Q17	La solubilité $s$ de l'acide benzoïque en négligeant sa réaction avec l'eau est :	
A	$s = 2,20.10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$	
B	$s = 3,20.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$	
C	$s = 3,16.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$	
D	$s = 4,00.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$	

[www.educaprof.com](http://www.educaprof.com)

Q18	La solubilité $s'$ de l'acide benzoïque en tenant compte de ses propriétés acido-basiques est :	
A	$s' = 4,22.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$	
B	$s' = 3,22.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$	
C	$s' = 5,50.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$	
D	$s' = 5,22.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$	

Q19	Le $pH$ d'une solution aqueuse saturée d'acide benzoïque à 298 K est :	
A	$pH = 2,40$	
B	$pH = 3,25$	
C	$pH = 4,05$	
D	$pH = 4,25$	



Le benzoate de sodium  $NaC_6H_5CO_{2(aq)}$  est un sel ionique soluble dans l'eau. On dispose d'un volume  $V_0 = 1 L$  d'une solution aqueuse  $Na_{(aq)}^+ + C_6H_5CO_{2(aq)}^-$  de ce sel à la concentration molaire  $C_0 = 3,52 \cdot 10^{-1} mol.L^{-1}$ . À cette solution on ajoute une solution concentrée d'acide chlorhydrique. L'acide introduit étant fortement concentré, on pourra négliger la variation du volume de la solution.

Q20	Le $pH$ de précipitation de l'acide benzoïque lors de l'addition de l'acide chlorhydrique est :
A	$pH = 4,00$
B	$pH = 4,20$
C	$pH = 5,00$
D	$pH = 6,00$

www.educaprof.com

### Partie III : Dismutation du diiode

L'équation de la réaction de dismutation du diiode aqueux en iodure  $I^-$  et iodate  $IO_3^-$  est :



Données :  $E^0(I_{2(aq)} / I_{(aq)}^-) = 0,621 V$  ;  $E^0(IO_{3(aq)}^- / I_{2(aq)}) = 1,20 V$

Q21	La constante d'équilibre $K_1$ associée à l'équation de la réaction de dismutation du diiode aqueux est :
A	$K_1 = 5,6 \cdot 10^{-19}$
B	$K_1 = 7,8 \cdot 10^{-46}$
C	$K_1 = 4,5 \cdot 10^{-42}$
D	$K_1 = 8,6 \cdot 10^{-19}$

On peut définir une « constante apparente »  $K_2$  telle que  $K_1 = K_2 \cdot [H^+]^6$ . La valeur de  $pH$  correspondant à  $K_2 = 1$  vaut :

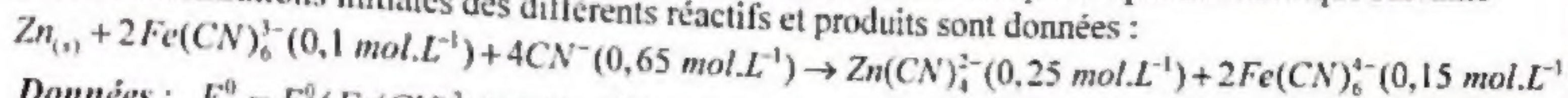
A	$pH = 5,0$
B	$pH = 6,0$
C	$pH = 8,0$
D	$pH = 9,0$

Q23	L'expression du potentiel standard d'oxydoréduction du couple $(IO_3^- / I^-)$ à $pH = 0$ est :
A	$E_{(IO_3^- / I^-)}^0 = 5 \cdot E_{(IO_3^- / I_2)}^0 + E_{(I_2 / I^-)}^0$
B	$E_{(IO_3^- / I^-)}^0 = \frac{1}{6} (5 \cdot E_{(IO_3^- / I_2)}^0 + E_{(I_2 / I^-)}^0)$
C	$E_{(IO_3^- / I^-)}^0 = E_{(IO_3^- / I_2)}^0 + E_{(I_2 / I^-)}^0$
D	$E_{(IO_3^- / I^-)}^0 = 5 \cdot E_{(IO_3^- / I_2)}^0 + 2 \cdot E_{(I_2 / I^-)}^0$



**Partie IV : Transformation chimique dans une pile**

Au sein d'une pile se produit une transformation chimique modélisée par l'équation chimique suivante où les concentrations initiales des différents réactifs et produits sont données :



**Données :**  $E_1^0 = E^0(\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} / \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}) = 0,36 \text{ V}$  ;  $E_2^0 = E^0(\text{Zn}(\text{CN})_4^{2-} / \text{Zn}) = -1,26 \text{ V}$

Q24	L'écriture conventionnelle (schéma conventionnel) de la pile est :
A	$(+) \text{Zn}   \text{Zn}(\text{CN})_4^{2-}, \text{CN}^{-}    \text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}, \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}   \text{Pt} (-)$
B	$(-) \text{Zn}   \text{Zn}(\text{CN})_4^{2-}    \text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}, \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}   \text{Pt} (+)$
C	$(-) \text{Zn}   \text{Zn}(\text{CN})_4^{2-}, \text{CN}^{-}    \text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}, \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}   \text{Pt} (+)$
D	$(-) \text{Zn}   \text{Zn}(\text{CN})_4^{2-}    \text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}   \text{Fe} (+)$

[www.educaprof.com](http://www.educaprof.com)

Q25	La f.e.m. de la pile vaut :
A	$\mathcal{E} = +1,1016 \text{ V}$
B	$\mathcal{E} = +1,6056 \text{ V}$
C	$\mathcal{E} = +1,6000 \text{ V}$
D	$\mathcal{E} = +0,9000 \text{ V}$

**Partie V : Influence du potentiel sur les concentrations**

On plonge un fil de platine  $\text{Pt}$  dans une solution contenant les ions  $\text{Fe}^{2+}$  et  $\text{Fe}^{3+}$  telle que :

$[\text{Fe}^{2+}] = [\text{Fe}^{3+}] = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Le potentiel pris par l'électrode  $\text{Pt}$  vaut  $E_{\text{Pt}} = 0,68 \text{ V}$ .

On impose à l'électrode précédente le potentiel  $E = 0,73 \text{ V}$  et on attend que l'équilibre soit établi.

**Donnée :**  $E^0(\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}) = 0,68 \text{ V}$  dans  $\text{H}_2\text{SO}_4$  à  $1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

Q26	Les concentrations molaires effectives finales en ions $\text{Fe}^{2+}$ et $\text{Fe}^{3+}$ valent :
A	$[\text{Fe}^{2+}] = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ ; $[\text{Fe}^{3+}] = 1,75 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
B	$[\text{Fe}^{2+}] = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ ; $[\text{Fe}^{3+}] = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
C	$[\text{Fe}^{2+}] = 1,75 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ; $[\text{Fe}^{3+}] = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
D	$[\text{Fe}^{2+}] = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ; $[\text{Fe}^{3+}] = 1,75 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$



Physique (60 points)

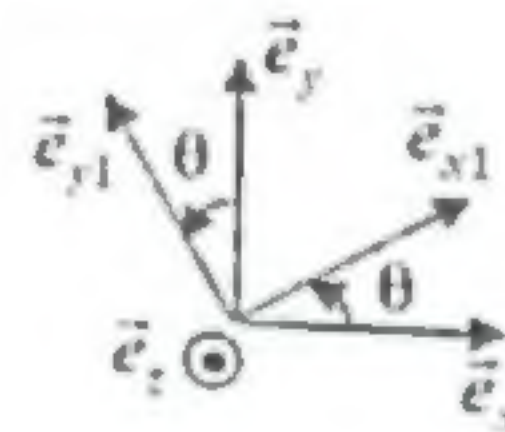
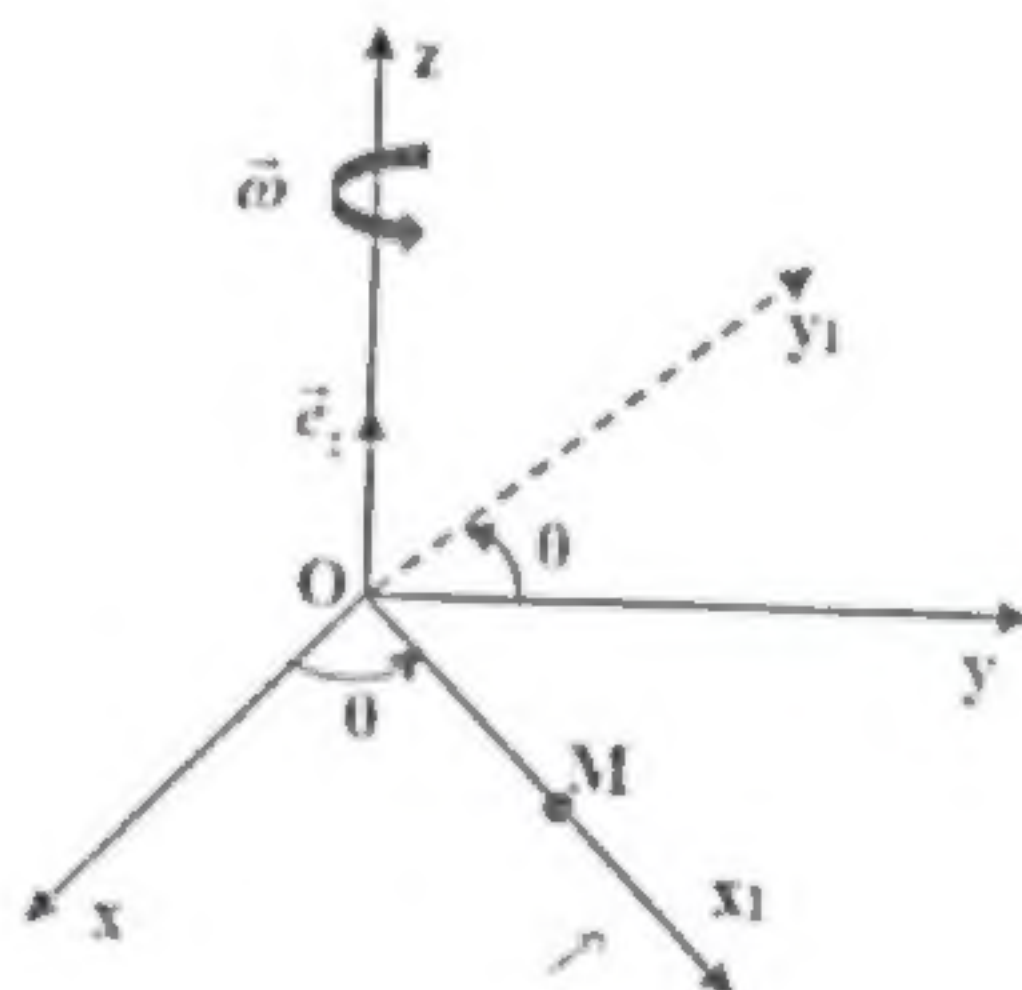
Mécanique du point et du solide (23 points)

Partie I : Anneau en rotation sur une tige

On considère un repère fixe  $\mathcal{R}(O, x, y, z)$  muni d'une base orthonormée  $(\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ . L'axe  $Oz$ , est vertical ascendant. Une tige  $Ox_1$  tourne autour de l'axe  $Oz$ , en restant à tout instant dans le plan  $xOy$ , avec une vitesse angulaire  $\vec{\omega}(\mathcal{R}_1 / \mathcal{R}) = \omega_0 \vec{e}_z$  ( $\omega_0$  constant). Notons  $\mathcal{R}_1(O, x_1, y_1, z)$  le repère lié à la tige et en mouvement par rapport à  $\mathcal{R}$ . Soit  $(\vec{e}_{x1}, \vec{e}_{y1}, \vec{e}_z)$  la base de  $\mathcal{R}_1$ .

Un anneau  $M$ , considéré comme un point matériel de masse  $m$ , se déplace sans frottement suivant  $Ox_1$ .

$M$  est soumis à son poids  $\vec{P}$ , à la réaction  $\vec{T}$  de la tige et la force  $\vec{F} = -mK(r-a)\vec{e}_{x1}$ ; où  $r = \|\overrightarrow{OM}\|$  et  $K$  et  $a$  des constantes positives. L'accélération de la pesanteur  $\vec{g}$  est supposée constante.



Q25	Les expressions de la vitesse relative $\vec{V}_{\mathcal{R}}(M)$ et l'accélération relative $\vec{\gamma}_{\mathcal{R}}(M)$ de $M$ sont :
A	$\vec{V}_{\mathcal{R}}(M) = \dot{r}\vec{e}_{x1}$ ; $\vec{\gamma}_{\mathcal{R}}(M) = \ddot{r}\vec{e}_{x1}$
B	$\vec{V}_{\mathcal{R}}(M) = \dot{r}\vec{e}_{x1} + r\omega_0\vec{e}_{y1}$ ; $\vec{\gamma}_{\mathcal{R}}(M) = \ddot{r}\vec{e}_{x1}$
C	$\vec{V}_{\mathcal{R}}(M) = r\omega_0\vec{e}_{y1}$ ; $\vec{\gamma}_{\mathcal{R}}(M) = \ddot{r}\vec{e}_{x1}$
D	$\vec{V}_{\mathcal{R}}(M) = \dot{r}\vec{e}_{x1}$ ; $\vec{\gamma}_{\mathcal{R}}(M) = \ddot{r}\vec{e}_{x1} + r\omega_0^2\vec{e}_{x1}$



Les expressions de l'accélération d'entraînement  $\vec{\gamma}_e$  et l'accélération complémentaire  $\vec{\gamma}_c$  de  $M$  sont :

- |   |                                                                                             |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| A | $\vec{\gamma}_e = 2\dot{r}\omega_0\vec{e}_{r1} ; \vec{\gamma}_c = -r\omega_0^2\vec{e}_{r1}$ |
| B | $\vec{\gamma}_e = r\omega_0^2\vec{e}_{r1} ; \vec{\gamma}_c = -2\dot{r}\omega_0\vec{e}_{r1}$ |
| C | $\vec{\gamma}_e = -2\dot{r}\omega_0\vec{e}_{r1} ; \vec{\gamma}_c = r\omega_0^2\vec{e}_{r1}$ |
| D | $\vec{\gamma}_e = -r\omega_0^2\vec{e}_{r1} ; \vec{\gamma}_c = 2\dot{r}\omega_0\vec{e}_{r1}$ |

www.educaprof.com

Les expressions des forces d'inertie d'entraînement  $\vec{F}_{ie}$  et de Coriolis  $\vec{F}_c$  subis par  $M$  sont :

- |   |                                                                                              |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| A | $\vec{F}_{ie} = -mr\omega_0^2\vec{e}_{r1} ; \vec{F}_c = 2m\dot{r}\omega_0\vec{e}_{r1}$       |
| B | $\vec{F}_{ie} = mr\omega_0^2\vec{e}_{r1} ; \vec{F}_c = -2m\dot{r}\omega_0\vec{e}_{r1}$       |
| C | $\vec{F}_{ie} = m\dot{r}\omega_0\vec{e}_{r1} ; \vec{F}_c = -2mr\omega_0\vec{e}_{r1}$         |
| D | $\vec{F}_{ie} = m\dot{r}\omega_0\vec{e}_{r1} ; \vec{F}_c = -2m\dot{r}\omega_0^2\vec{e}_{r1}$ |

L'équation différentielle du mouvement de  $M$  s'écrit :

- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| A | $\ddot{r} + r(K - \omega_0^2) = Ka^2$ |
| B | $\ddot{r} + r(K^2 - \omega_0^2) = Ka$ |
| C | $\ddot{r} + r(K - \omega_0^2) = Ka$   |
| D | $\ddot{r} + r(K - \omega_0^2) = 0$    |

L'expression de l'intensité de la réaction  $\vec{T}$  de la tige  $Ox_1$  sur  $M$  est:

- |   |                                          |
|---|------------------------------------------|
| A | $T = m\sqrt{g^2 + \dot{r}^2\omega_0^2}$  |
| B | $T = m\sqrt{g^2 + 4\dot{r}^2\omega_0^2}$ |
| C | $T = m\sqrt{g^2 + 4r^2\omega_0^2}$       |
| D | $T = m\sqrt{g^2 + r^2\omega_0^2}$        |



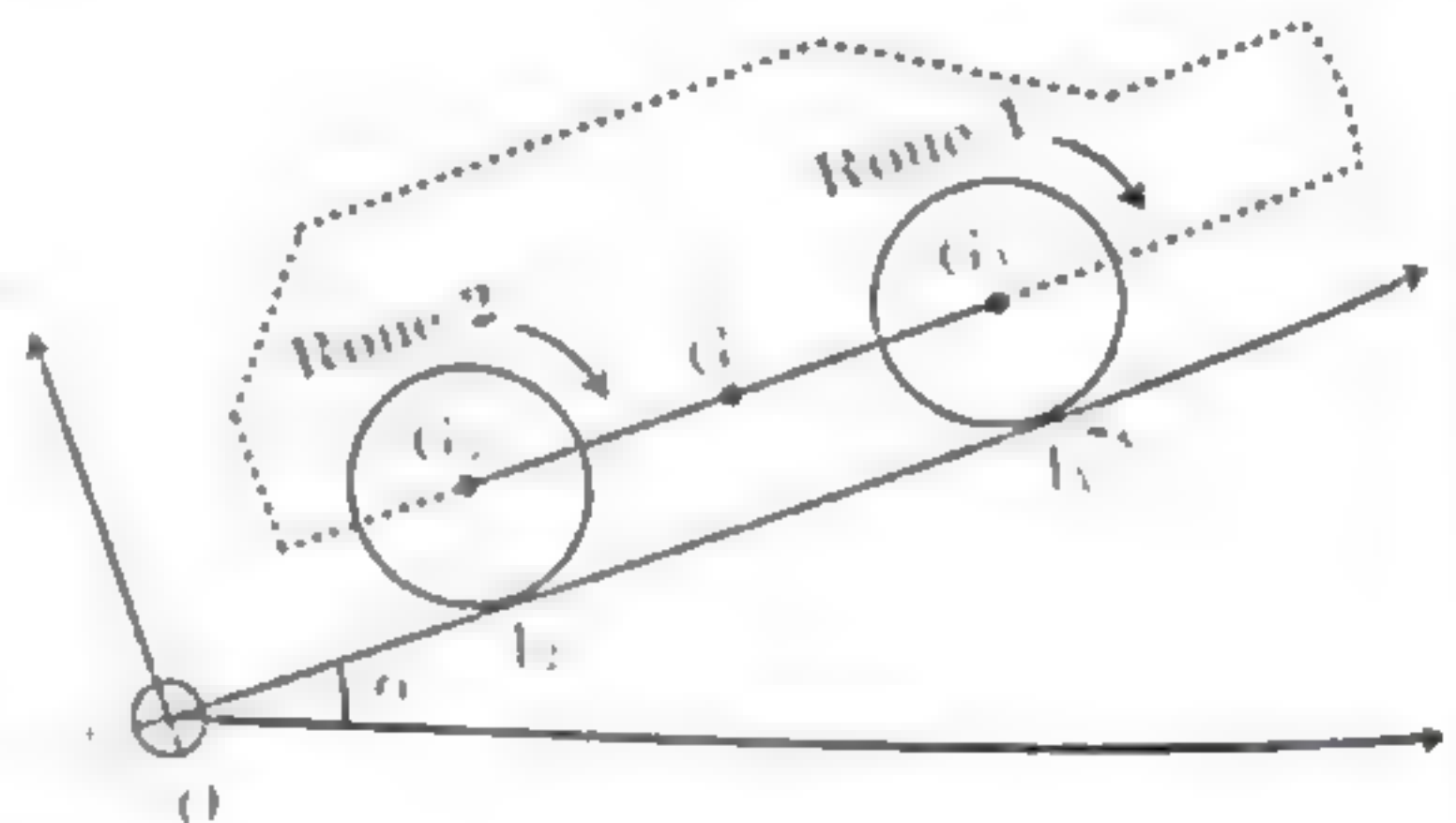
L'équation horaire du mouvement de  $M$  dans  $\mathcal{R}_1$  s'écrit :  
À  $t_0 = 0$  ;  $r = a$  et  $\dot{r} = 0$  (On a  $K < \omega_0^2$  et on posera  $\lambda^2 = K - \omega_0^2$ )

A	$r(t) = \frac{a\omega_0^2}{\lambda^2} \cos(\lambda t) + \frac{Ka}{\lambda^2}$
B	$r(t) = \frac{-a\omega_0^2}{\lambda^2} \cos(\lambda t) + \frac{Ka^2}{\lambda^2}$
C	$r(t) = \frac{-a\omega_0^2}{\lambda^2} \cos(\lambda t) + \frac{Ka}{\lambda}$
D	$r(t) = \frac{-a\omega_0^2}{\lambda^2} \cos(\lambda t) + \frac{Ka}{\lambda^2}$

## Partie II : Mouvement d'une voiture sur un plan incliné

Une voiture gravite un plan incliné, faisant un angle  $\alpha$  avec l'horizontal. Le véhicule est modélisé comme suit : une roue avant, une roue arrière et une tige.

La roue avant, motrice, dite roue 1 dans la suite, est assimilée à un disque de rayon  $a$ , de masse  $m$ , de centre d'inertie  $G_1$  confondu avec son centre géométrique ; on note  $J = \frac{1}{2}ma^2$  le moment d'inertie de la roue par rapport à son axe. On repère la position de  $G_1$  par son abscisse  $x_1$  sur l'axe  $(Ox)$  et la rotation de la roue par l'angle  $\theta_1$  par rapport à la verticale. On note  $I_1$  le point d'impact de la roue 1 avec le sol.



La roue arrière, porteuse, non motrice, dite roue 2 dans la suite, de centre d'inertie  $G_2$ , de même masse  $m$ , de même rayon  $a$  et de même moment d'inertie  $J$  par rapport à son axe. On repère la position de  $G_2$  par son abscisse  $x_2$  sur l'axe  $(Ox)$  et la rotation de la roue par l'angle  $\theta_2$ . On note  $I_2$  le point d'impact de la roue 2 avec le sol.

L'ensemble  $S$  {carcasse de la voiture et moteur}, de masse  $M$ , est modélisé par une tige, de longueur  $2b$ , reliant  $G_1$  et  $G_2$ . Le centre d'inertie  $G$  de  $S$  est le milieu de  $G_1G_2 = 2b$ . L'abscisse de  $G$  est noté  $x$ .

Le coefficient de frottement entre une roue et le sol, identique pour les deux roues est noté  $f$  ( $f = \text{cste} > 0$ ).

Les actions de l'ensemble  $S$  sur la roue 1 en  $G_1$  sont réductibles à une résultante  $\vec{F}_1 = F_{1x}\vec{e}_x + F_{1y}\vec{e}_y$  et à un couple moteur  $\vec{\Gamma} = \Gamma\vec{e}_z$ , avec  $\Gamma > 0$ .

L'action de l'ensemble  $S$  sur la roue 2 en  $G_2$  est réductible à une résultante  $\vec{F}_2 = F_{2x}\vec{e}_x + F_{2y}\vec{e}_y$ .

L'action du sol sur la roue 1 est réductible à une résultante  $\vec{R}_1 = T_1\vec{e}_x + N_1\vec{e}_y$  et sur la roue 2 à une résultante  $\vec{R}_2 = T_2\vec{e}_x + N_2\vec{e}_y$ .

On suppose que les deux roues roulent sans glisser sur le sol, ( $m \ll M$ ) et le référentiel  $R(t) \equiv \{O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z\}$  est galiléen.



Les conditions du non glissement en $I_1$ et $I_2$ conduisent aux relations suivantes :	
A	$\dot{x} = 2\dot{x}_1 = 2\dot{x}_2$ ; $\dot{\theta}_1 = \dot{\theta}_2 = \frac{\dot{x}}{a}$
B	$\dot{x} = \dot{x}_1 = \dot{x}_2$ ; $\dot{\theta}_1 = \dot{\theta}_2 = \frac{\dot{x}}{a}$
C	$\dot{x} = \dot{x}_1 = \dot{x}_2$ ; $\dot{\theta}_1 = \dot{\theta}_2 = \frac{\dot{x}}{2a}$
D	$\dot{x} = 2\dot{x}_1 = 2\dot{x}_2$ ; $\dot{\theta}_1 = \dot{\theta}_2 = \frac{2\dot{x}}{a}$

Par application du théorème de la résultante cinétique à la roue 1 et à la roue 2 on obtient :	
A	$m\ddot{x} = -mg \sin \alpha + F_{10} + F_1 = -mg \sin \alpha + F_2 + T_2$ ; $N_1 + F_1 = N_2 + F_2 = mg \cos \alpha$
B	$m\ddot{x} = mg \sin \alpha + F_{10} + T_1 = mg \sin \alpha + F_{20} + T_2$ ; $N_1 + F_1 = N_2 + F_2 = mg \cos \alpha$
C	$m\ddot{x} = -mg \sin \alpha + F_{10} = -mg \sin \alpha + F_2$ ; $N_1 + F_1 = N_2 + F_2 = mg \cos \alpha$
D	$m\ddot{x} = -mg \sin \alpha + F_1 = -mg \sin \alpha + F_2$ ; $N_1 + F_1 = N_2 + F_2 = mg \cos \alpha$

Par application du théorème du moment cinétique à la roue 1 en $G_1$ et à la roue 2 en $G_2$ on obtient :	
A	$\ddot{x} = \left( \frac{\Gamma}{ma} - \frac{T_1}{m} \right) = \frac{-T_1}{m}$
B	$\ddot{x} = 2 \left( \frac{\Gamma}{ma} - \frac{T_1}{m} \right) = \frac{-T_1}{m}$
C	$\ddot{x} = 2 \left( \frac{\Gamma}{ma} - \frac{T_1}{m} \right) = \frac{-2T_1}{m}$
D	$\ddot{x} = 2 \left( \frac{\Gamma}{m} - \frac{T_1}{m} \right) = \frac{-2T_1}{m}$

www.educaprof.com

Les expressions des composantes $F_{10}$ et $F_{20}$ sont :	
A	$F_{10} = \frac{1}{2} m\ddot{x} + mg \sin \alpha - \frac{\Gamma}{a}$ ; $F_{20} = \frac{1}{2} m\ddot{x} + mg \sin \alpha$
B	$F_{10} = m\ddot{x} + mg \sin \alpha - \frac{\Gamma}{a}$ ; $F_{20} = m\ddot{x} + mg \sin \alpha$
C	$F_{10} = \frac{3}{2} m\ddot{x} + mg \sin \alpha - \frac{\Gamma}{a}$ ; $F_{20} = \frac{3}{2} m\ddot{x} + mg \sin \alpha$
D	$F_{10} = \frac{3}{2} m\ddot{x} + mg \sin \alpha + \frac{\Gamma}{a}$ ; $F_{20} = \frac{3}{2} m\ddot{x} - mg \sin \alpha$



03/20

Les expressions des composantes  $F_{1z}$  et  $F_{2z}$  sont:

A	$F_{1z} = \frac{1}{2} \left( \frac{\Gamma}{h} - Mg \cos \alpha \right)$	:	$F_{2z} = -\frac{1}{2} \left( \frac{\Gamma}{h} + Mg \cos \alpha \right)$
B	$F_{1z} = \left( \frac{\Gamma}{h} - Mg \cos \alpha \right)$	:	$F_{2z} = -\left( \frac{\Gamma}{h} + Mg \cos \alpha \right)$
C	$F_{1z} = -\frac{1}{2} \left( \frac{\Gamma}{h} - Mg \cos \alpha \right)$	:	$F_{2z} = \frac{1}{2} \left( \frac{\Gamma}{h} + Mg \cos \alpha \right)$
D	$F_{1z} = \frac{3}{2} \left( \frac{\Gamma}{h} - Mg \cos \alpha \right)$	:	$F_{2z} = -\frac{3}{2} \left( \frac{\Gamma}{h} + Mg \cos \alpha \right)$

04/20

L'équation différentielle du mouvement de  $G_i$  s'écrit :

A	$\ddot{x} = g \sin \alpha - \frac{\Gamma}{2Ma}$
B	$\ddot{x} = \frac{2\Gamma}{ma} - g \sin \alpha$
C	$\ddot{x} = \frac{\Gamma}{Ma} - g \sin \alpha$
D	$\ddot{x} = g \sin \alpha - \frac{\Gamma}{2ma}$

05/20

La condition qui assure un mouvement accéléré du véhicule sur la pente est :

A	$\Gamma > Mags \sin \alpha$
B	$\Gamma > 2Mags \sin \alpha$
C	$\Gamma > \frac{1}{2} mags \sin \alpha$
D	$\Gamma > 2mags \sin \alpha$



**Thermodynamique (10 points)**

Un moteur thermique fonctionne réversiblement entre deux sources de températures variables au cours du temps ou pseudo-sources :

- la température de la source chaude est notée  $T_c(t)$  ;
- la température de la source froide est notée  $T_f(t)$ .

Les sources ont la même capacité thermique  $C$  et leurs températures initiales sont respectivement  $T_{0c}$  et  $T_{0f}$ . Le moteur fonctionne entre l'instant  $t_0 = 0$  et un instant  $t_1$  où l'équilibre est atteint.

Q1 :	La relation entre $T_c(t)$ , $T_f(t)$ , $T_{0c}$ et $T_{0f}$ à un instant $t$ s'écrit :
A	$T_c(t).T_{0c} = T_f(t).T_{0f}$
B	$T_c(t).T_f(t) = T_{0c}.T_{0f}$
C	$T_{0c}.T_f(t) = T_c(t).T_{0f}$
D	$T_c(t).T_f(t) = \sqrt{T_{0c}.T_{0f}}$

Q2 :	L'expression de la température finale $T_f$ atteinte par les deux sources est :
A	$T_f = \sqrt{T_{0c} + T_{0f}}$
B	$T_f = \sqrt{2T_{0c} + T_{0f}}$
C	$T_f = 2\sqrt{T_{0c} + T_{0f}}$
D	$T_f = \frac{T_{0c} + T_{0f}}{2}$

Q3 :	L'expression du travail $W$ fourni par le moteur pendant la durée du fonctionnement est :
A	$W = C.(\sqrt{T_{0c}} - \sqrt{T_{0f}})^2$
B	$W = C.(\sqrt{T_{0c}} + \sqrt{T_{0f}})^2$
C	$W = -C.(\sqrt{T_{0c}} - \sqrt{T_{0f}})^2$
D	$W = C.(\sqrt{T_{0c}} - \sqrt{T_{0f}})^2$



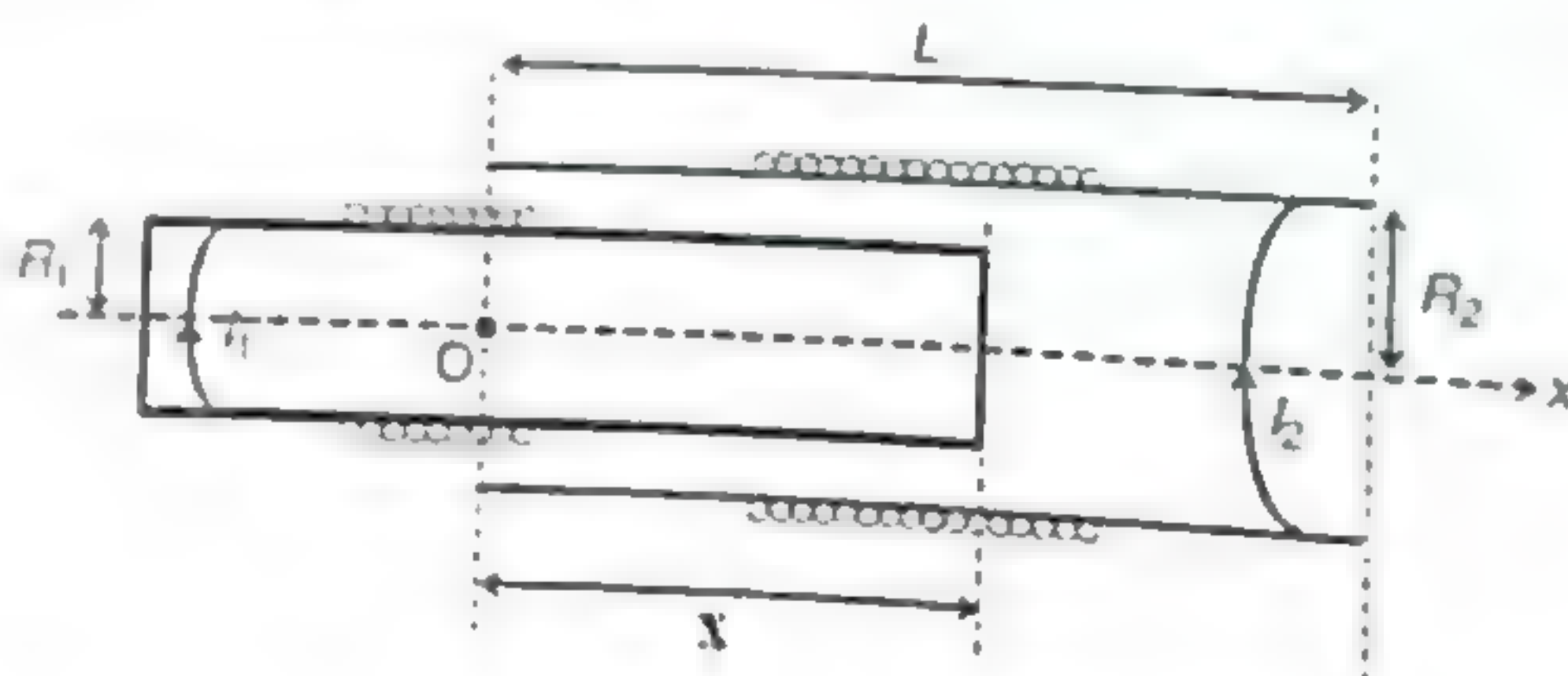
الترتيب	L'expression de l'efficacité thermodynamique ou rendement $e_{moteur}$ de ce moteur est :
A	$e_{moteur} = \frac{\sqrt{T_c} + \sqrt{T_h}}{\sqrt{T_c}}$
B	$e_{moteur} = \frac{\sqrt{T_h} - \sqrt{T_c}}{\sqrt{T_c}}$
C	$e_{moteur} = \frac{T_c - T_h}{T}$
D	$e_{moteur} = \frac{\sqrt{T_c} - \sqrt{T_h}}{\sqrt{T_c}}$

www.educaprof.com

### Exercice 1 : Interaction magnétique (23 points)

#### Partie I : Interaction magnétique de deux solénoïdes

Deux solénoïdes de même longueur  $L$ , possédant le même nombre  $N$  de spires mais de rayons différents  $R_1$  et  $R_2$  sont disposés et maintenus comme indiqué sur la figure ci-dessous. Ils sont parcourus respectivement par des courants d'intensités  $I_1$  et  $I_2$ .



الترتيب	L'expression du flux total crée par le grand solénoïde à travers le petit solénoïde est :
A	$\phi = \frac{\mu_0 \pi x N^2 I_1 R_1^2}{L^2}$
B	$\phi = \frac{\mu_0 \pi x N^2 I_1 R_1^2}{L^2}$
C	$\phi = \frac{\mu_0 \pi x N^2 I_1 R_1^2}{L}$
D	$\phi = \frac{\mu_0 \pi x N I_1 R_1^2}{L^2}$



1101600 L'expression de la résultante des forces qui s'exerce sur le petit solénoïde est :

A	$F_i = \frac{\mu_0 \pi N^2 I_1 I_2 R_1^2}{L^2}$
B	$F_i = \frac{\mu \pi N^2 I_1^2 R_1^2}{L^2}$
C	$F_i = \frac{\mu \pi N^2 I_1^2 R_1^2}{L}$
D	$F_i = \frac{\mu \pi N I_1 I_2 R_1^2}{L^2}$

1101600 L'expression de l'énergie potentielle d'interaction du petit solénoïde est :

A	$W_i = -\frac{\mu_0 \pi x N^2 I_1^2 R_1^2}{L^2}$
B	$W_i = -\frac{\mu_0 \pi x N I_1^2 R_1^2}{L^2}$
C	$W_i = -\frac{\mu_0 \pi x N^2 I_1 I_2 R_1^2}{L}$
D	$W_i = -\frac{\mu \pi x N^2 I_1 I_2 R_1^2}{L^2}$

1101600 On abandonne le petit solénoïde à lui-même, le grand restant fixe. Les expressions de la position finale  $x$  de l'extrémité du petit solénoïde ainsi que son énergie potentielle d'interaction  $W_i$  dans son état final sont :

A	$x = L$ ; $W_f = -\frac{\mu_0 \pi N^2 I_1 I_2 R_1^2}{L}$
B	$x = L$ ; $W_f = -\frac{\mu_0 \pi N^2 I_1^2 R_1^2}{L}$
C	$x = \frac{L}{2}$ ; $W_f = -\frac{\mu_0 \pi N^2 I_1 I_2 R_1^2}{2L}$
D	$x = \frac{L}{2}$ ; $W_f = -\frac{\mu_0 \pi N^2 I_1 I_2 R_1^2}{2L}$



L'expression du travail des forces magnétiques au cours de ce déplacement est :

Q15

A  $W = \frac{\mu_0 \pi N^2 I^2 R_1^2}{l} \left( 1 - \frac{v}{l} \right)$

B  $W = \frac{\mu_0 \pi N I^2 R_1^2}{l} \left( 1 - \frac{v}{l} \right)$

C  $W = \frac{\mu_0 \pi N^2 I_1 I_2 R_1^2}{l} \left( 1 - \frac{v}{l} \right)$

D  $W = \frac{\mu_0 \pi N I_1 I_2 R_1^2}{l} \left( 1 - \frac{v}{l} \right)$

### Partie II : lame diélectrique

Une lame diélectrique isotrope de permittivité  $\epsilon$  est placée dans le vide et soumise à un champ électrique  $\vec{E}$  normal à ses faces. On suppose que l'épaisseur du diélectrique est petite par rapport à ses autres dimensions, que le champ  $\vec{E}$  à l'intérieur du diélectrique a  $E$  et que la polarisation  $\vec{P}$  est uniforme à l'intérieur du diélectrique.

vide

$\epsilon$

$\vec{E}$

$\epsilon$

L'expression du champ  $E$  à l'intérieur du diélectrique est :

A  $E = \frac{E_0}{\epsilon} \vec{f}$

B  $\vec{f} = \frac{E}{\epsilon} \vec{f}_0$

C  $\vec{f} = \frac{E_0}{\epsilon} \vec{f}_0$

D  $\vec{E} = \epsilon \left( 1 - \frac{1}{\epsilon_0} \right) \vec{f}_0$

[www.educaprof.com](http://www.educaprof.com)

L'expression de la polarisation  $\vec{P}$  du diélectrique est :

A  $\vec{P} = \epsilon \left( 1 - \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \right) \vec{f}$

B  $\vec{P} = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \vec{f}_0$

C  $\vec{P} = \epsilon \left( 1 - \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \right) \vec{E}$

D  $\vec{P} = \epsilon_0 \left( \frac{\epsilon_0}{\epsilon} - 1 \right) \vec{f}_0$



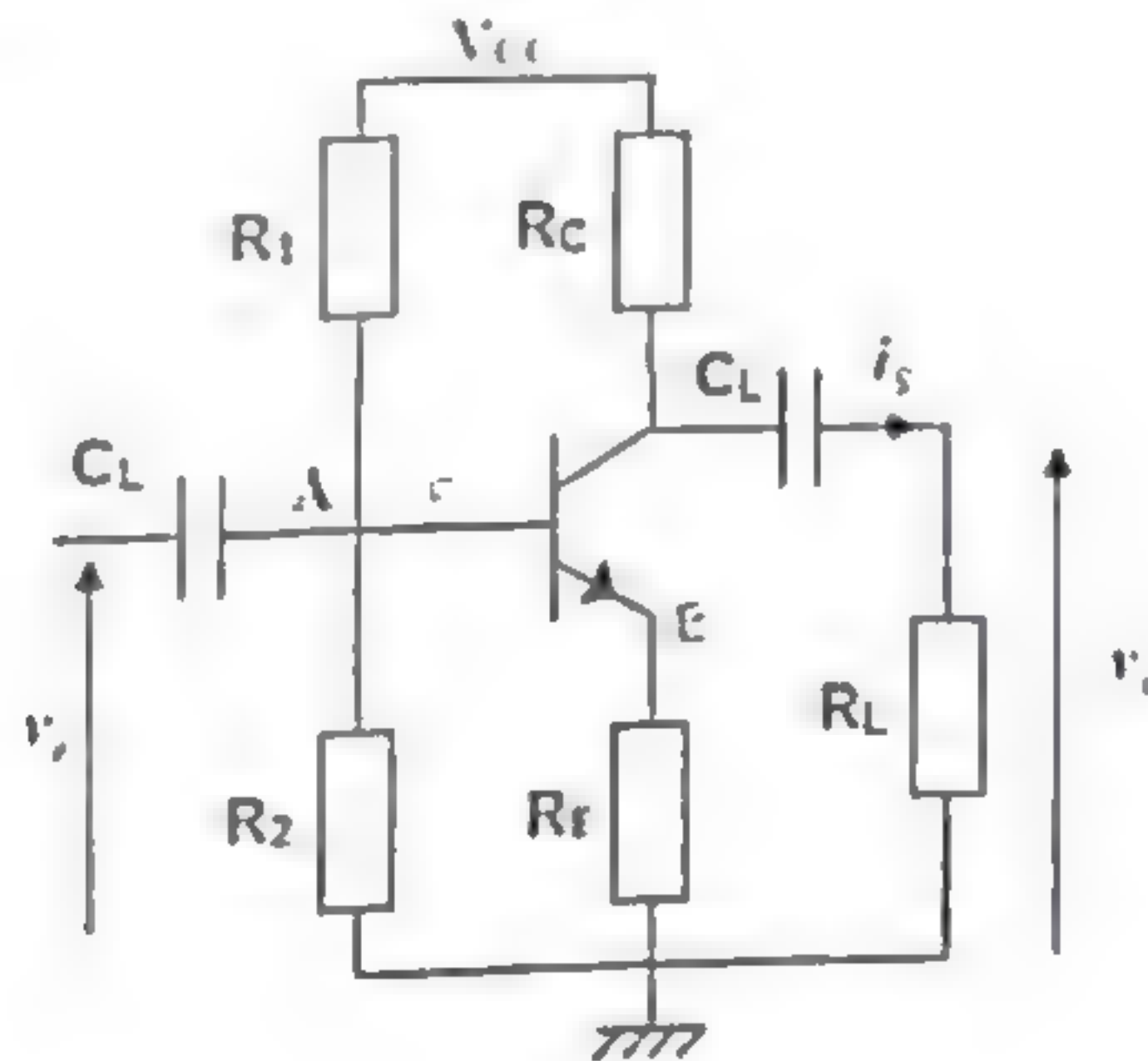
(Q3) L'expression du champ dépolarisant  $\vec{E}_p$  dû aux charges de polarisation est :

A	$\vec{E}_p = \frac{\vec{P}}{\epsilon_0}$
B	$\vec{E}_p = -\frac{1}{2\epsilon_0} \vec{P}$
C	$\vec{E}_p = \frac{1}{2\epsilon_0} \vec{P}$
D	$\vec{E}_p = -\frac{\vec{P}}{\epsilon_0}$

### Partie III : Electronique analogique

On considère l'amplificateur à transistor bipolaire de la figure ci-dessous utilisé en émetteur commun. Les capacités de liaison  $C_L$  sont assimilées à des courts-circuits à la fréquence de travail. Le coefficient d'amplification en courant est noté  $\beta$ .

On pose :  $R_A = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$





Les expressions de  $I_B$  et  $V_{CE}$  coordonnées du point de fonctionnement du montage sont:

Q52

A	$I_B = \frac{V_{CC}R_B - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1)R_E} ; V_{CE} = V_{CC} - [\beta R_C + (\beta + 1)R_E]I_B$
B	$I_B = \frac{V_{CC}R_B - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1)R_E} ; V_{CE} = V_{CC} - [\beta R_C + (\beta + 1)R_E]I_B$
C	$I_B = \frac{V_{CC}R_B - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1)R_E} ; V_{CE} = V_{CC} - \beta[R_C + R_E]I_B$
D	$I_B = \frac{V_{CC}R_B - V_{BE}}{R_B + (\beta + 1)R_E} ; V_{CE} = V_{CC} - \beta[R_C + R_E]I_B$

Q53

L'expression du gain en tension  $A_v$  est:

A	$A_v = - \frac{h_{21}R_C}{(R_C + R_L)[h_{11} + (h_{21} + 1)R_E]}$
B	$A_v = - \frac{h_{21}R_C R_L}{(R_C + R_L)[h_{11} + h_{21}R_E]}$
C	$A_v = \frac{h_{21}R_C}{(R_C + R_L)[h_{11} - (h_{21} + 1)R_E]}$
D	$A_v = - \frac{h_{21}R_C R_L}{(R_C + R_L)[h_{11} + (h_{21} + 1)R_E]}$

Q54

L'expression de l'impédance de sortie  $Z_S$  en charge est:

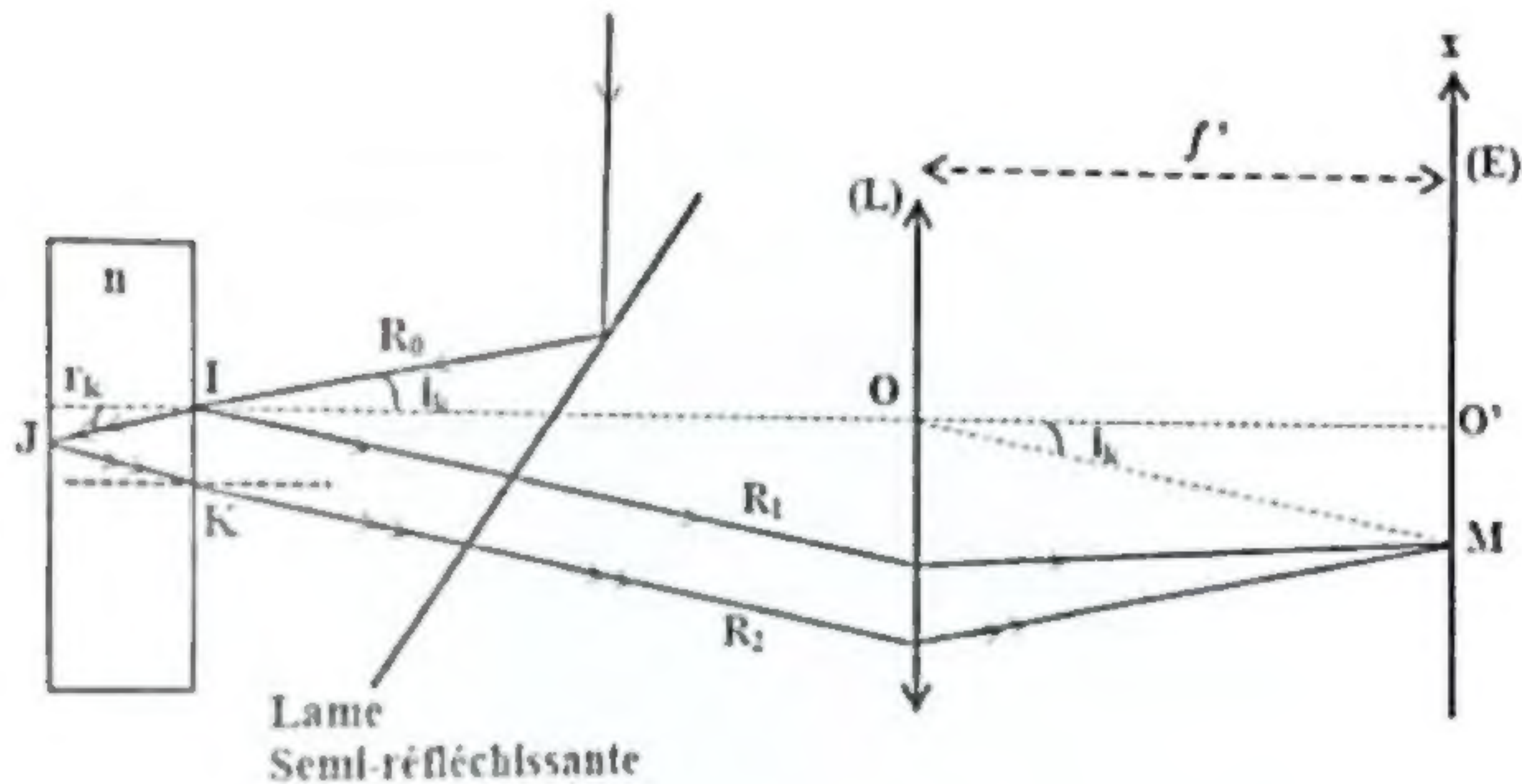
A	$Z_S = \frac{R_C \cdot R_L}{R_C + R_L}$
B	$Z_S = \frac{R_E \cdot R_L}{R_E + R_L}$
C	$Z_S = \frac{R_C \cdot R_L \cdot R_E}{R_C + R_L + R_E}$
D	$Z_S = \frac{R_C \cdot R_L}{R_C + R_L} + R_E$



**Optique et ondes (10 points)**

**Partie I : Interférences lumineuses**

On se propose de mesurer d'une manière précise par un procédé interférentiel l'épaisseur  $e$  d'une lame mince de verre à faces parallèles. Pour cela, on examine les franges d'interférences par réflexion produites par la lame à l'aide d'une lunette réglée pour voir un objet à l'infini. L'axe de la lunette est perpendiculaire aux faces de la lame et sa lentille a une distance focale  $f' = 30 \text{ cm}$ . Un faisceau cylindrique de lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 0,750 \mu\text{m}$  dans l'air, arrive en incidence proche de l'incidence normale sur la lame. Pour cette radiation l'indice du verre est  $n = 1,5$ .



**Q35** L'expression de l'ordre d'interférence  $p_k$  de la  $k^{\text{ème}}$  frange est :

A	$p_k = \frac{2ne \cos r_k}{\lambda} + \frac{1}{2}$
B	$p_k = \frac{2ne \cos r_k}{\lambda}$
C	$p_k = \frac{2e \cos r_k}{\lambda} + \frac{1}{2}$
D	$p_k = 2ne \cos r_k + \frac{\lambda}{2}$



On pose  $k = p_0 - p_k$ ,  $p_0$  l'ordre d'interférence au centre. En supposant le centre sombre et les angles d'incidences  $\theta_k$  très faibles, l'expression du rayon de la  $k^{ème}$  frange sombre est:

- A  $x_k = f' \sqrt{\frac{\lambda}{e}} \cdot \sqrt{k}$
- B  $x_k = f' \cdot k \cdot \sqrt{\frac{n\lambda}{e}}$
- C  $x_k = f' \sqrt{\frac{n\lambda}{e}} \cdot \sqrt{k}$
- D  $x_k = f' \sqrt{\frac{\lambda}{ne}} \cdot \sqrt{k}$

Q57 Le rayon de la deuxième frange sombre mesure  $9\text{ mm}$ . La valeur de l'épaisseur  $e$  de la lame est:

- A  $e = 2,9\text{ mm}$
- B  $e = 2,5\text{ mm}$
- C  $e = 1,8\text{ mm}$
- D  $e = 1,5\text{ mm}$

## Partie II : Propagation d'une onde électromagnétiques dans le vide

Une onde électromagnétique plane sinusoïdale de pulsation  $\omega$  se propage dans le vide dans une direction  $\vec{u}$  du plan  $xOy$  faisant un angle  $\theta$  avec l'axe  $Ox$ . Le champ électrique  $\vec{E}$  de cette onde plane, polarisée rectilignement suivant la direction  $Oz$  de vecteur unitaire  $\vec{e}_z$  s'écrit en notation complexe au point  $M(x, y, z)$  à l'instant  $t$  :  $\vec{E}(M) = E_0 e^{j(\omega t - ax - by)} \vec{e}_z$

Q58 La relation qui lie  $a, b, \omega$  et  $c$  s'écrit :

- A  $\frac{\omega}{c} = \sqrt{a^2 + b^2}$
- B  $\omega c = \sqrt{a^2 + b^2}$
- C  $\frac{\omega}{c} = a^2 + b^2$
- D  $\omega c = a^2 + b^2$



Q59 La direction de propagation de l'onde est donné par :

A	$\cos \theta = \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}} ; \sin \theta = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}$
B	$\cos \theta = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} ; \sin \theta = \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}}$
C	$\cos \theta = \frac{a^2}{\sqrt{a^2 + b^2}} ; \sin \theta = \frac{b^2}{\sqrt{a^2 + b^2}}$
D	$\cos \theta = \frac{b^2}{\sqrt{a^2 + b^2}} ; \sin \theta = \frac{a^2}{\sqrt{a^2 + b^2}}$

Q60 L'expression du vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  de l'onde est :

A	$\vec{B} = \frac{aE_0}{\omega} e^{j(\omega t - ax - by)} \vec{e}_x + \frac{bE_0}{\omega} e^{j(\omega t - ax - by)} \vec{e}_y$
B	$\vec{B} = \frac{bE_0}{\omega} e^{j(\omega t - ax - by)} \vec{e}_x + \frac{aE_0}{\omega} e^{j(\omega t - ax - by)} \vec{e}_y$
C	$\vec{B} = \frac{aE_0}{\omega} e^{j(\omega t - ax - by)} \vec{e}_x - \frac{bE_0}{\omega} e^{j(\omega t - ax - by)} \vec{e}_y$
D	$\vec{B} = \frac{bE_0}{\omega} e^{j(\omega t - ax - by)} \vec{e}_x - \frac{aE_0}{\omega} e^{j(\omega t - ax - by)} \vec{e}_y$